

⑮ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 43 24 464 A 1**

⑤① Int. Cl.⁶:
B 66 F 9/22
B 66 F 9/24
H 02 P 3/14

⑳ Aktenzeichen: P 43 24 464.5
㉔ Anmeldetag: 21. 7. 93
㉕ Offenlegungstag: 26. 1. 95

⑦① Anmelder:
Jungheinrich AG, 22047 Hamburg, DE

⑦④ Vertreter:
Hauck, H., Dipl.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing., 80336
München; Graalfs, E., Dipl.-Ing., 20354 Hamburg;
Wehnert, W., Dipl.-Ing., 80336 München; Döring, W.,
Dipl.-Wirtsch.-Ing. Dr.-Ing., Pat.-Anwälte, 40474
Düsseldorf; Reichert, H., Rechtsanw., 20354
Hamburg

⑦② Erfinder:
Dibbern, Peter, Dipl.-Ing., 22846 Norderstedt, DE;
Schrötke, Thorsten, Dipl.-Ing., 21423 Winsen, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Hydraulische Hubvorrichtung für batteriebetriebene Flurförderzeuge

⑤⑦ Hydraulische Hubvorrichtung für batteriebetriebene Flurförderzeuge, mit mindestens einem hydraulischen Hubzylinder, einem aus elektrischem Motor und hydraulischer Pumpe bestehenden ersten Hydraulikaggregat und einem zwischen Pumpe und Hubzylinder angeordneten, eine steuerbare Drossel enthaltenden Steuerventil zur Einstellung der Hub- und Senkgeschwindigkeit, ferner mit einem aus einem hydraulischen Motor und einem elektrischen Generator bestehenden zweiten Hydraulikaggregat, wobei der hydraulische Motor in einem von einem Ventil gesteuerten Bypass angeordnet und der Generator an die Klemmen der Batterie angeschlossen ist, wobei ein volumenstromabhängig gesteuertes Umschaltventil zwischen dem Hubzylinder und dem Steuerventil und der hydraulische Motor des zweiten Hydraulikaggregates in einem vom Umschaltventil gesteuerten Bypass angeordnet ist, wobei der Bypass geöffnet wird, wenn der Volumenstrom einen vorgegebenen Wert unterschreitet.

DE 43 24 464 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen
BUNDESDRUCKEREI 11. 94 408 064/211

11/29

1 Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine hydraulische Hubvorrichtung für batteriebetriebene Flurförderzeuge nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Elektrisch betriebene Flurförderzeuge mit Hubvorrichtungen weisen normalerweise mindestens einen Hubzylinder auf, dessen Förderdruck von einem Elektromotor mit angetriebener Pumpe erzeugt wird. Die Hubgeschwindigkeit wird durch ein entsprechendes Handventil eingestellt, das gleichzeitig die Drehzahl des Motors vorgibt. Dadurch wird beim Heben der fast eine Änderung der Hubgeschwindigkeit ohne wesentliche Drosselverluste erreicht.

Die Senkgeschwindigkeit wird mit Hilfe eines Wegeventils im Senkzweig eingestellt. Dabei wird die potentielle Energie der fast an der Drosselstelle des Wegeventils in Wärme umgesetzt und mit dem Fluid in den Tank abgeführt. Es ist jedoch auch bereits bekannt, die beim Senkvorgang frei werdende potentielle Energie in elektrische Energie umzuwandeln und die das Förderzeug versorgende Batterie zu laden.

Aus der US 3 947 744 ist bekannt, dem Steuerventil für das Heben des Hydraulikzylinders einen Bypass zuzuordnen, der im Senkbetrieb geöffnet und über den hydraulischen Motor eines Hydraulikaggregats geführt wird. Der Hydraulikmotor treibt einen Induktionsmotor an, der über eine Gleichrichterschaltung die Batterie auflädt. Das Öffnen des Bypasses geschieht über ein Bypassventil, das von dem Druck eines Speichers angesteuert wird, der von dem den Hubzylinder versorgenden Hydraulikaggregat aufgeladen wird. Bei einer Umschaltung auf Senkbetrieb im Steuerventil gelangt der Speicherdruck auf das Bypassventil und öffnet den Bypass.

Bei der bekannten Anordnung ist die maximale Senkgeschwindigkeit durch eine Drossel in der Leitung vor dem Hydraulikmotor vorgegeben. Die in dem Hydraulikaggregat umwandelbare Senkenergie ist daher durch die Größe der Drosselverluste reduziert. Bei einem Senken ohne fast bewirken Drossel und Hydraulikmotor, daß unter Umständen die erwünschte hohe Senkgeschwindigkeit gar nicht erreicht wird. Es kommt daher zu mehr oder weniger geringen Senkgeschwindigkeiten.

Aus der DE 26 18 046 ist ebenfalls bekannt, ein separates aus Hydraulikmotor und Gleichstrommaschine bestehendes Hydraulikaggregat vorzusehen, das im Senkbetrieb zur Energierückgewinnung eingesetzt wird. Zwar ist aufströmseitig im Senkbetrieb eine Drossel vor dem Hydraulikmotor angeordnet, sie befindet sich indessen zwischen einem handgesteuerten Steuerventil und dem Hydraulikmotor, so daß die Senkgeschwindigkeit allein durch die Einstellung des Handventils erreicht wird. Es fehlt daher an einer entsprechenden Sicherheitsvorkehrung, die verhindert, daß bei einem Leck oder Platzen einer Leitung der Hubzylinder eine unzulässig hohe Senkgeschwindigkeit erreicht.

In der DE 27 24 383 ist ebenfalls ein besonderes Hydraulikaggregat für die Energierückgewinnung beschrieben, das eine Verbindung des Hydraulikmotors mit dem Senkzweig des handbetätigten Steuerventils vorsieht, wobei zwischen dem Steuerventil und dem Hubzylinder eine verstellbare Drossel angeordnet ist zur Einstellung einer vorgegebenen Senkgeschwindigkeit auch bei maximal geöffnetem Steuerventil. Dem Senkzweig ist ein Hydraulikspeicher zugeordnet, gegen dessen Druck das vom Hubzylinder kommende Medium anströmt, um eine dosierte Zuführung zum Hydraulik-

motor zu erhalten.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine hydraulische Hubvorrichtung für batteriebetriebene Flurförderzeuge mit einer Wiedergewinnung der potentiellen Energie des Hubzylinders im Senkbetrieb zu schaffen, bei welcher auch bei kleinen Lasten ausreichend hohe Senkgeschwindigkeiten erreichbar sind, die jedoch im Senkbetrieb mit Last zu einer ausreichenden Energierückgewinnung führt.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 bzw. Patentanspruchs 4 gelöst.

Bei der Erfindung ist ein volumenstromabhängig gesteuertes Umschaltventil zwischen dem Hubzylinder und dem Steuerventil angeordnet. Der hydraulische Motor des zweiten Hydraulikaggregates ist in einem vom Umschaltventil gesteuerten Bypass angeordnet, wobei der Bypass geöffnet wird, wenn der Volumenstrom einen vorgegebenen Wert unterschreitet.

Wird beim Senken der Gabeln ohne oder mit sehr geringer Last die Soll-Geschwindigkeit nicht erreicht, so bleibt das Umschaltventil auf den Bypass geschaltet, und der Generator braucht nicht angetrieben zu werden. Dadurch sind die Widerstände minimiert; die maximale Senkgeschwindigkeit ohne Last wird erreicht. Ist der Fluidstrom beim Senken mit Teil- bis Nennlast ausreichend hoch, so wird der Fluidstrom auf den Hydromotor, der den Generator antreibt, geschaltet und die Senkenergie zurückgewonnen. Der Arbeitsbereich, in dem Energie zurückgewonnen werden kann, ist relativ groß. Wenn gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung das Umschaltventil selbsttätig volumenabhängig umschaltet und die für die Steuerung notwendige Drossel Bestandteil des Umschaltventils ist, dann kann die Drossel mit einem relativ großen Durchströmquerschnitt versehen werden, so daß die Drosselverluste während der Rückgewinnung minimiert sind. Nach einer Ausgestaltung der Erfindung kann der zum ersten Hydraulikaggregat gehörende elektrische Motor als Reihenschlußmaschine ausgeführt werden, während der elektrische Generator des zweiten Hydraulikaggregats vorzugsweise eine fremderregte Gleichstrommaschine ist.

Um eine maximale Senkgeschwindigkeit über das zweite Hydraulikaggregat zu realisieren, wird nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung der elektrische Generator über eine geeignete Drehzahlregelung auf eine konstante Drehzahl geregelt. Dies geschieht vorzugsweise über die Verstellung der Erregung der fremderregten Gleichstrommaschine in Abhängigkeit von der Drehzahl, die mit Hilfe eines geeigneten Drehzahlsensors ermittelt wird. Senkgeschwindigkeiten unterhalb der vorgegebenen Generatordrehzahl werden dann über die ventilebelstellungsabhängige Drosselstelle im manuell betätigten Steuerventil erreicht.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Zeichnungen näher erläutert.

Fig. 1 zeigt schematisch eine Schaltungsanordnung der Hubvorrichtung nach der Erfindung.

Fig. 2 zeigt eine zweite Ausführungsform einer Schaltungsanordnung der Hubvorrichtung nach der Erfindung.

Fig. 3 zeigt die Arbeitskennlinien der Hubvorrichtung nach Fig. 2.

Fig. 4 zeigt eine Schaltungsanordnung zur Steuerung des Generators der Vorrichtung nach Fig. 1 oder 2.

Fig. 5 zeigt schematisch ein Blockschaltbild der Regelung des Generators nach Fig. 4.

Ein Hubzylinder 10 eines nicht näher dargestellten

Hubstaplers oder dergleichen wird von einer Pumpe 12 über einen Ventilblock 14 mit Hydraulikmedium versorgt, das die Pumpe aus einem Tank 16 ansaugt. Die Pumpe 16 wird von einer Gleichstrommaschine 18 angetrieben, die eine Reihenschlußmaschine sein kann. Ein Überdruckventil 20 führt das Medium über ein Filter 22 zum Tank 16 zurück bei Erreichen eines entsprechenden Druckes. Über den Ventilblock 14 werden auch Nebenfunktionen versorgt, wie bei 24 durch einzelne Leitungen angedeutet.

Im Falle des Hebens gelangt das Medium über das handbetätigte Ventil 14 und ein Kugelrückschlagventil 26 zum Hubzylinder 10. Die Drehzahl des Reihenschlußmotors 18 wird von der nicht näher dargestellten Motorsteuerung, die als Tiefsetzstelle arbeitet, ventilhebelstellungsabhängig gesteuert. Außerdem ist im Ventil 14 eine ventilhebelstellungsabhängige Drosselstelle angeordnet, so daß die beiden erwähnten Maßnahmen eine ventilhebelstellungsabhängige Hubgeschwindigkeit ermöglichen.

Der Motor 18 wird mit einer Drehzahl betrieben, die sich aus zwei Drehzahlkomponenten zusammensetzt. Zunächst wird ein konstanter Drehzahlwert für die Versorgung der Nebenfunktionen 24 eingestellt, zu dem dann eine ventilhebelstellungsabhängige Drehzahlkomponente zur Versorgung der Hubfunktion hinzu addiert wird. Dadurch können Hub- und Nebenfunktionen mit einem Minimum an Drosselverlusten parallel versorgt werden. Eine ventilhebelstellungsabhängige Nebenfunktionsgeschwindigkeit wird über nicht gezeigte Drosselstellen im Ventil 14 ermöglicht. Der überschüssige Volumenstrom wird über das Filter 22 in den Tank 16 zurückgeleitet.

Zwischen dem Hubzylinder 10 und dem Ventil 14 sind ein volumenstromabhängiges Schaltventil 28 und ein zweites Hydraulikaggregat 30 angeordnet, wobei letzteres aus einem Hydraulikmotor 32 und einer Gleichstrommaschine 34 besteht, die fremderregt ist. Der Hydraulikmotor 32 liegt parallel zu einer Leitung 34, welche das Schaltventil 28 direkt mit dem Ventil 14 verbindet. Eine dritte parallele Leitung 36 enthält ein Rückschlagventil 38.

Beim Senken wird der Volumenstrom vom Zylinder 10 über das Schaltventil 28, das eine einstellbare Drossel enthält, das Ventil 14 mit der ventilstellungsabhängigen Drosselstelle und das Filter 12 in den Tank 16 geleitet. Eine variable Senkgeschwindigkeit wird über die schon erwähnte ventilhebelstellungsabhängige Drosselstelle im handbetätigten Ventil 14 erhalten. Überschreitet der Volumenstrom über das Schaltventil 28 einen eingestellten Sollwert, schaltet es den Volumenstrom auf den Hydromotor 32, der die fremderregte Gleichstrommaschine 34 als Generator antreibt. Der Generator wird beschleunigt, bis die Ankerspannung die Batteriespannung erreicht.

Anhand der Fig. 4 und 5 soll die elektrische Steuerung beim Senkbetrieb näher erläutert werden.

Der mit einer Diode 40 in Reihe liegende Generator ist parallel zur Batterie 42 des nicht gezeigten Förderfahrzeugs geschaltet. Zum Generator 34 gehört ein Drehzahlsensor 42, der hier als Tachogenerator dargestellt ist. Es kann jedoch auch ein anderer beliebiger Drehzahlsensor verwendet werden. Über ein Mosfet 44 liegt die Erregerspule 46 des Generators 34 an den Klemmen der Batterie 42, wobei jeweils parallel zur Feldwicklung 46 und parallel zum Transistor 44 eine Diode 48 bzw. 50 parallel geschaltet ist.

Die vom Drehzahlsensor 42 gemessene Drehzahl n_{ist}

wird an einer Additionsstelle 52 (Fig. 5) mit dem Drehzahlsollwert n_{soll} verglichen. Die Regeldifferenz wird einem Drehzahlregler 54 zugeführt, der einen Feldstromsollwert I_{fsoll} erzeugt. Dieser wird an eine Additionsstelle 56 mit dem Feldstromistwert I_{fist} verglichen. Die Regeldifferenz wird einem Feldstromregler 58 zugeführt, der daraus ein pulsweitenmoduliertes Stellsignal für den Transistor 44 in der Weise erzeugt, daß sich der gewünschte Feldstrom in der Feldwicklung 46 einstellt. Der Feldstrom fließt während der Phase, in der der Transistor 44 leitet, von der Batterie 42 durch die Feldspule 46 und den Transistor 44 zur Batterie 42 zurück. Ist der Transistor 44 gesperrt, fließt der von der Induktivität der Feldspule 48 getriebene Strom über die Freilaufdiode 48.

Wie schon erwähnt, ist der Anker des Generators 34 direkt über die Diode 40 an die Batterie 42 angeschlossen, so daß eine generatorische Zurückspeisung nur erfolgt, wenn die Quellenspannung die Batteriespannung übersteigt. Da die Gleichstrommaschine 18 (Fig. 1) während des oben beschriebenen Senkvorgangs nicht aktiv ist, kann das Hydraulikaggregat zur Bedienung der Nebenfunktionen 24 während des Senkvorgangs eingesetzt werden. Die Pumpe fördert das Fluid aus dem Tank 16 zur Versorgung der Nebenfunktionen 24 zum Ventil 14, wobei die Geschwindigkeit der Nebenfunktionen 24 über die ventilhebelstellungsabhängigen Drosselstellen im Ventil 14 variiert wird.

In der Ausführungsform nach Fig. 2 werden die Teile, die mit denen von Fig. 1 übereinstimmen, mit gleichen Bezugszeichen versehen, denen ein Index a hinzugefügt ist.

Der fremderregte Gleichstrommotor 18a treibt die Pumpe 12a an, die das Fluid vom Tank 16a über das handbetätigte Ventil 14a und ein Zwewegestromregelventil 28a in den Hubzylinder 10a fördert. Die Drehzahl des Motors 18a wird ventilhebelstellungsabhängig über eine Steuerung, die als Tiefsetzsteller arbeitet, gesteuert. Außerdem ist im Ventil 14a eine ventilhebelstellungsabhängige Drosselstelle angeordnet, so daß eine ventilhebelstellungsabhängige Hubgeschwindigkeit erhalten wird. Die Versorgung der Nebenfunktionen 24a erfolgt in der gleichen Weise wie in Verbindung mit Fig. 1 beschrieben, so daß nicht erforderlich ist, hierauf näher einzugehen.

Der Senkvorgang wird in zwei Betriebsbereiche unterteilt. Der Volumenstrom wird vom Hubzylinder 10a über das Zwewegestromregelventil 28a, die Leitung 34a, das Ventil 14a mit ventilstellungsabhängiger Drosselstelle, die Leitung 60, ein volumenstromabhängiges Schaltventil 62 und das Ölfilter 22 zum Tank 16a geleitet. Eine variable Senkgeschwindigkeit wird über die ventilhebelstellungsabhängige Drosselstelle im Ventil 14a erreicht.

Bei einem größeren Volumenstrom entsteht über das Stromregelventil 28a ein Druckabfall, der sich als Druckdifferenz zwischen einer Steuerleitung 64 für das Schaltventil 62 und eine Steuerleitung 68 zwischen Stromregelventil 28a und Schaltventil 62 einstellt. Der höhere Druck in der Leitung 64 betätigt das Ventil 62 gegen eine Feder und den Druck in der Steuerleitung 68. Das Ventil 62 wird daraufhin geschlossen. Vom Ventil 28a fließt der Volumenstrom nun weiter zum Ventil 14a, dessen Drosselstelle ganz geöffnet ist, damit der Druckverlust in diesem Ventil gering ist. Vom Ventil 14a fließt der Volumenstrom zum Hydromotor 32a, der den Generator 34a antreibt. Vom Hydromotor fließt der Volumenstrom über das Filter 22a zum Tank 16a. Die Steue-

5

rung des Generators 34a erfolgt in der gleichen Weise, wie in Verbindung mit den Fig. 1, 4 und 5 beschrieben.

In Fig. 3 ist die Kennlinie des Stromregelventils 28a dargestellt. Die Kennlinie 70 gibt den Verlauf im Senk-
 betrieb und die Kennlinie 72 gibt den Verlauf im Heben-
 betrieb an. Der oben beschriebene Feinsteuerbereich 74
 erstreckt sich über einen Bereich relativ geringen Volu-
 menstroms bzw. geringer Druckdifferenz. Der Arbeits-
 bereich für den Generator 34a ist mit 76 gekennzeichnet.
 Die Menge der zurückgewinnbaren Energie ist bei
 der zuletzt beschriebenen Ausführungsform geringer
 als bei der Ausführungsform nach Fig. 1, weil im Zwei-
 wegestromventil 28a Energie vernichtet wird und daher
 der Arbeitsbereich kleiner ist.

Patentansprüche

1. Hydraulische Hubvorrichtung für batteriebetrie-
 bene Flurförderzeuge, mit mindestens einem hy-
 draulischen Hubzylinder, einem aus elektrischem
 Motor und hydraulischer Pumpe bestehenden er-
 sten Hydraulikaggregat und einem zwischen Pum-
 pe und Hubzylinder angeordneten, eine steuerbare
 Drossel enthaltenden Steuerventil zur Einstellung
 der Hub- und Senkgeschwindigkeit, ferner mit ei-
 nem aus einem hydraulischen Motor und einem
 elektrischen Generator bestehenden zweiten Hy-
 draulikaggregat, wobei der hydraulische Motor in
 einem von einem Ventil gesteuerten Bypass ange-
 ordnet und der Generator an die Klemmen der
 Batterie angeschlossen ist, **dadurch gekennzeich-**
net, daß ein volumenstromabhängig gesteuertes
 Umschaltventil (28) zwischen dem Hubzylinder (10)
 und dem Steuerventil (14) und der hydraulische
 Motor (32) des zweiten Hydraulikaggregates (30) in
 einem vom Umschaltventil (28) gesteuerten Bypass
 angeordnet ist, wobei der Bypass geöffnet wird,
 wenn der Volumenstrom einen vorgegebenen
 Wert unterschreitet.
2. Hubvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch ge-
 kennzeichnet, daß das Umschaltventil (28) als
 selbsttätig volumenabhängig abschaltbar ausgebil-
 det ist.
3. Hubvorrichtung nach Anspruch 2, dadurch ge-
 kennzeichnet, daß die Drossel des Umschaltventils
 (28) gleichzeitig als Sicherungsorgan dient und un-
 mittelbar am Hubzylinder (10) angeordnet ist.
4. Hydraulische Hubvorrichtung für batteriebetrie-
 bene Flurförderzeuge, mit mindestens einem hy-
 draulischen Hubzylinder, einem aus elektrischem
 Motor und hydraulischer Pumpe bestehenden er-
 sten Hydraulikaggregat und einem zwischen Pum-
 pe und Hubzylinder angeordneten, eine steuerbare
 Drossel enthaltenden Steuerventil zur Einstellung
 der Hub- und Senkgeschwindigkeit, ferner mit ei-
 nem aus einem hydraulischen Motor und einem
 elektrischen Generator bestehenden zweiten Hy-
 draulikaggregat, wobei der hydraulische Motor in
 einem von einem Ventil gesteuerten Bypass ange-
 ordnet und der Generator an die Klemmen der
 Batterie angeschlossen ist, **dadurch gekennzeich-**
net, daß zwischen der Ablaufseite des Steuerventils
 (14a) und dem Tank (16a) der Pumpe (32a) des er-
 sten Hydraulikaggregats der hydraulische Motor
 (32a) des zweiten Hydraulikaggregats geschaltet ist
 und dem hydraulischen Motor (32a) ein Bypass zu-
 geordnet ist, der im Senkbetrieb volumenstrom-
 oder staudruckabhängig gesteuert wird, wobei der

Bypass geöffnet wird, wenn der Volumenstrom
 oder Staudruck einen vorgegebenen Mindestwert
 unterschreitet.

5. Hubvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis
 4, dadurch gekennzeichnet, daß der elektrische Mo-
 tor des ersten Hydraulikaggregats ein Reihen-
 schlußmotor (18, 18a) ist.
6. Hubvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis
 5, dadurch gekennzeichnet, daß der elektrische Ge-
 nerator (34, 34a) des zweiten Hydraulikaggregats
 eine fremderregte Gleichstrommaschine ist.
7. Hubvorrichtung nach Anspruch 6, dadurch ge-
 kennzeichnet, daß eine Drehzahlregelung für den
 Generator (34, 34a) vorgesehen ist, die auf den Er-
 regerstrom wirkt.
8. Hubvorrichtung nach Anspruch 1 und 7, dadurch
 gekennzeichnet, daß der Generator (34, 34a) auf
 konstante Drehzahl geregelt wird.
9. Hubvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis
 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Generator (34)
 nur über eine Diode (40) auf die Batterie (42) ge-
 schaltet ist.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

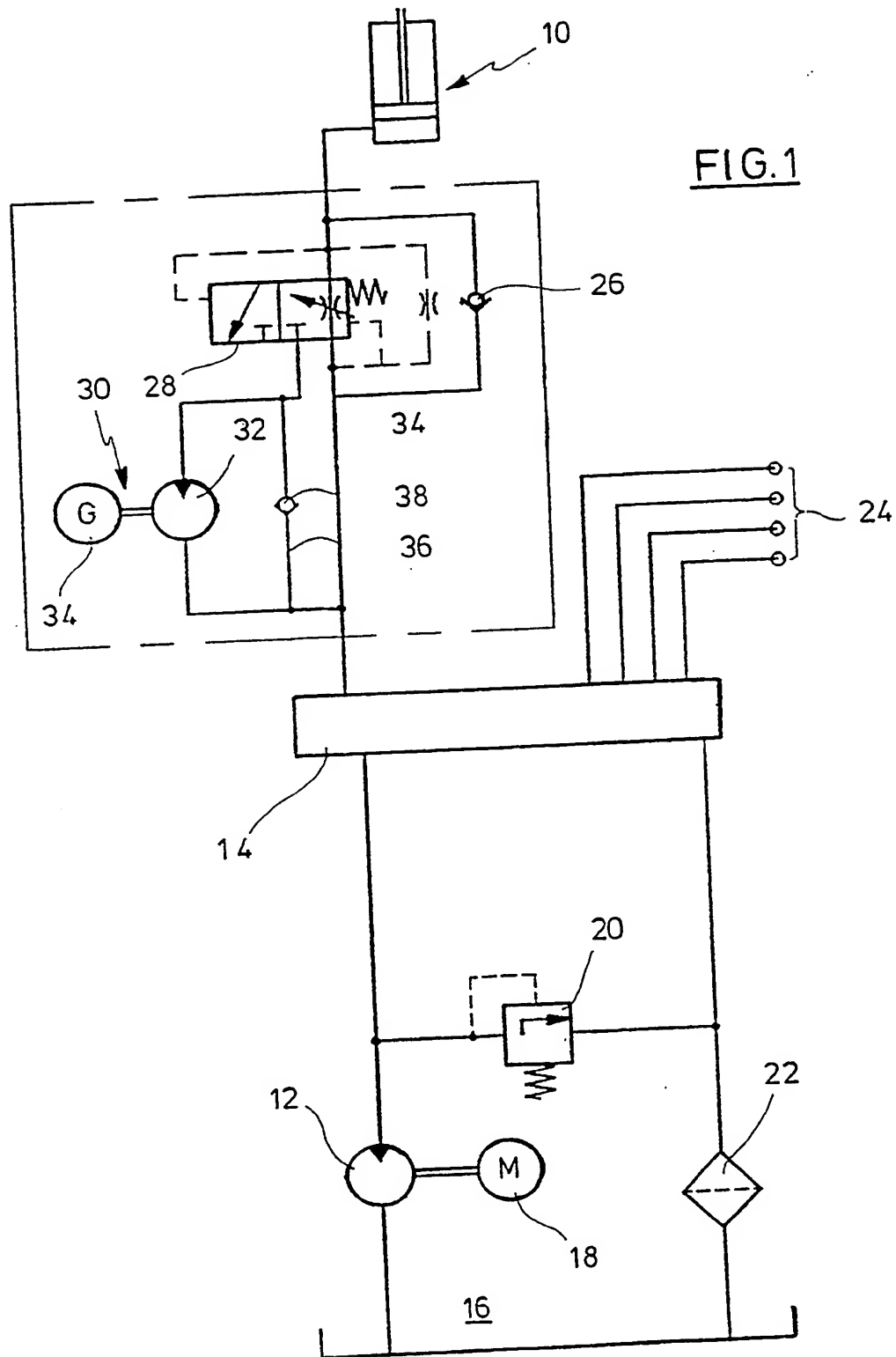
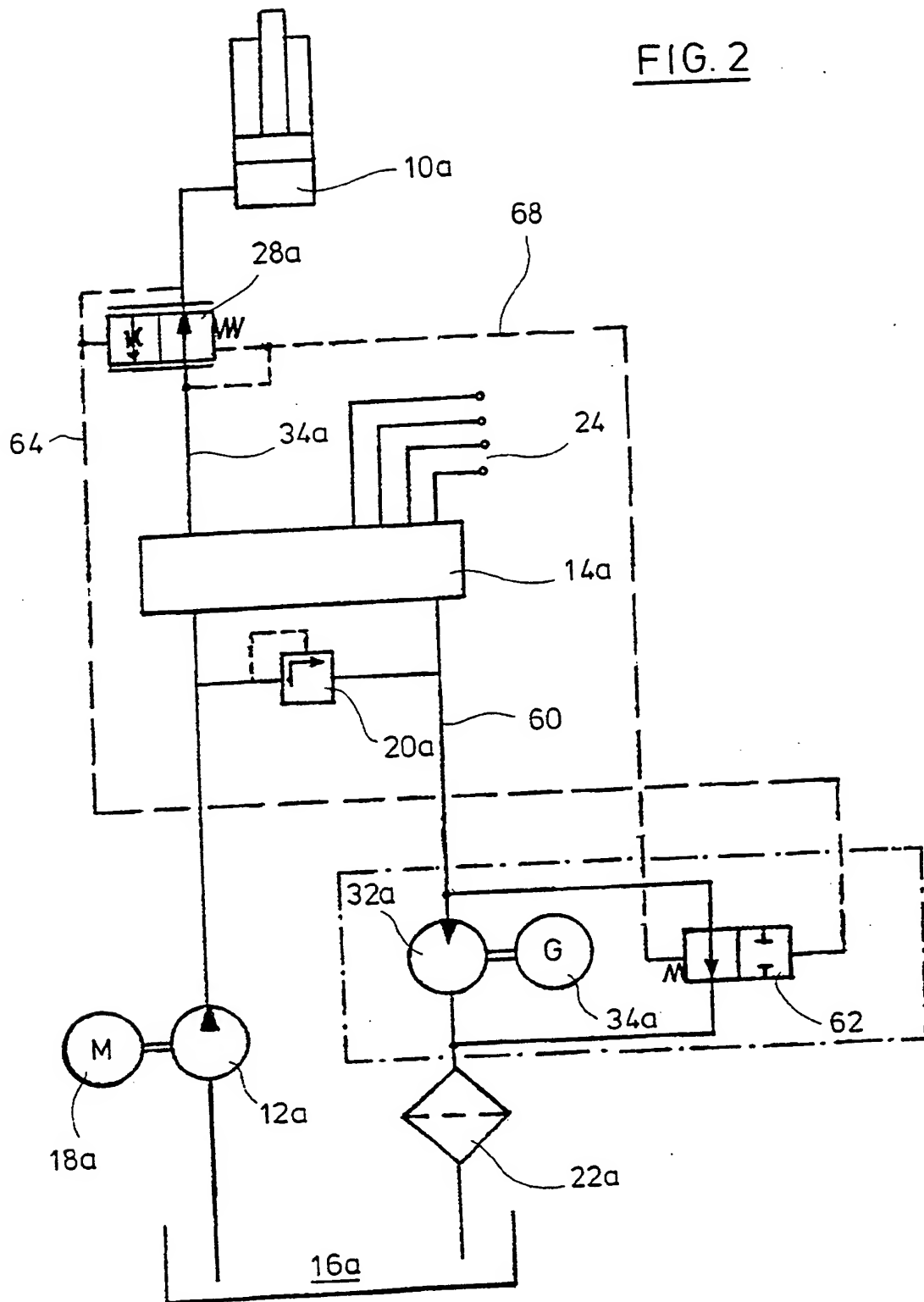


FIG. 2



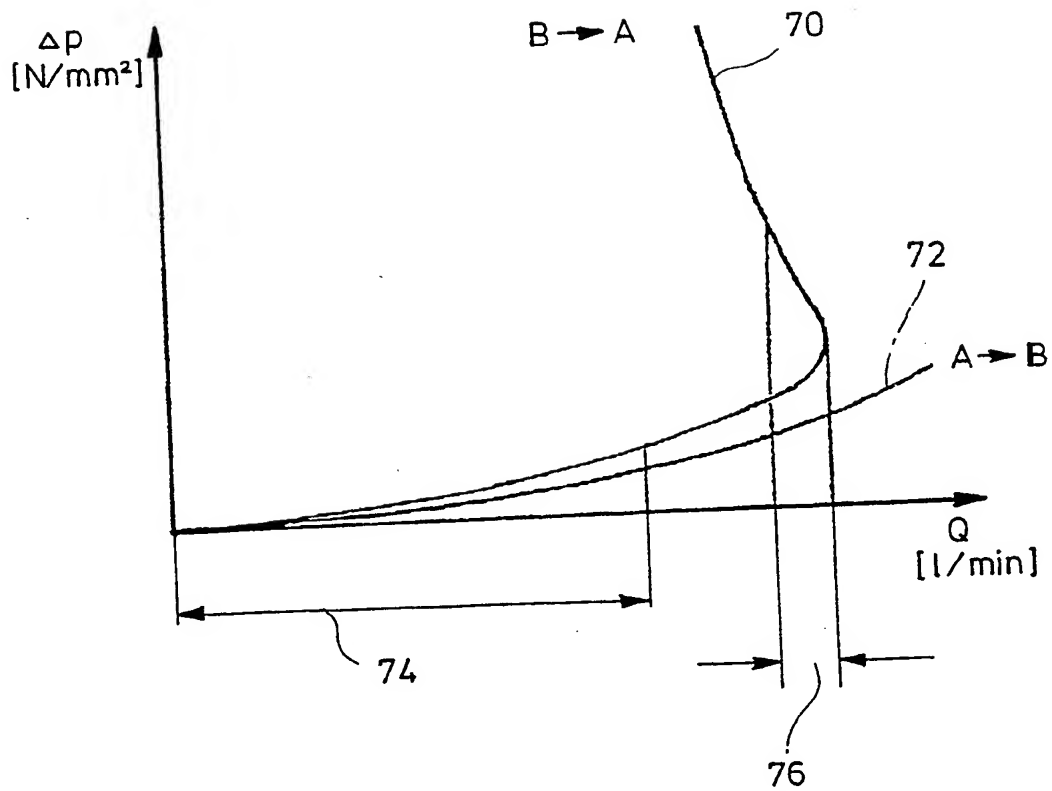
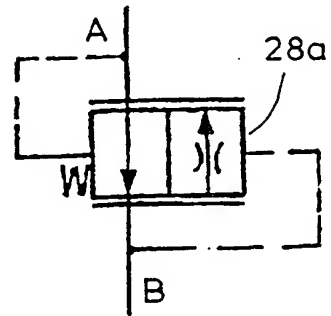


FIG. 3

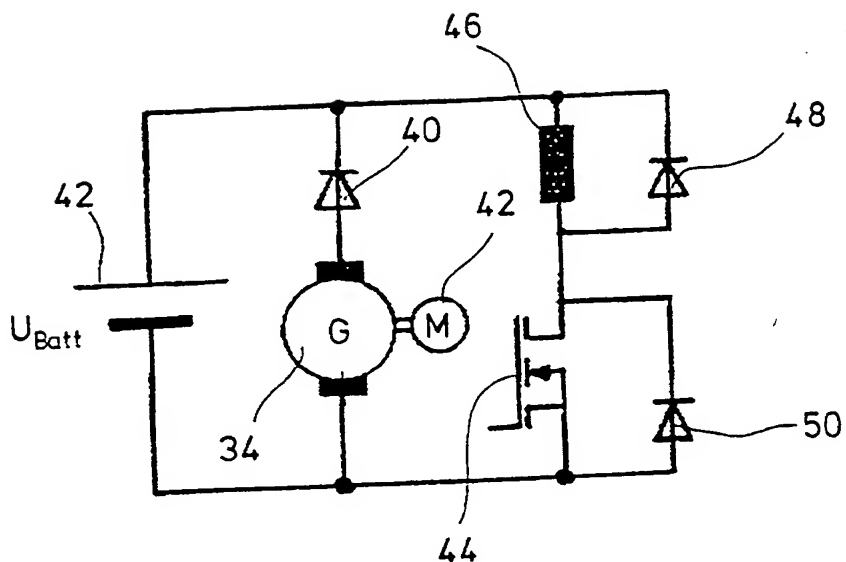


FIG. 4

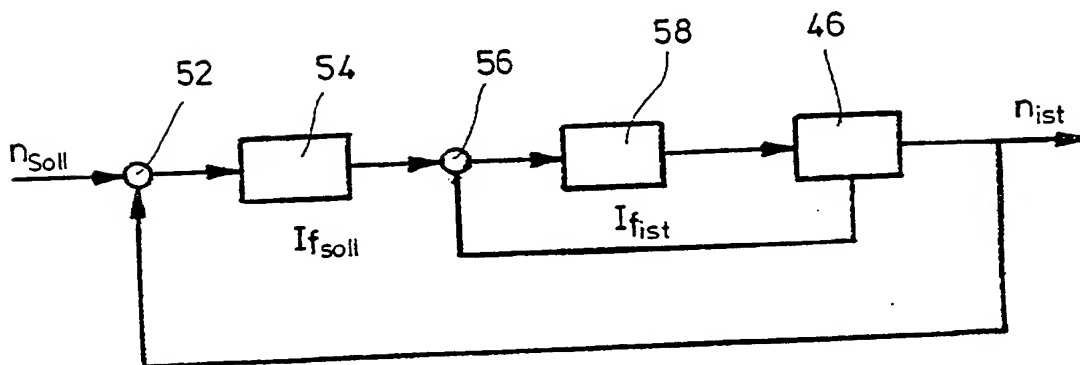


FIG. 5